Congo Research Papers
Journal des publications scientifiques
www.congoresearchpapers.net



Effet de *Tithonia diversifolia* sur le rendement de maïs (*Zea mays*, L.) dans les conditions agro-écologiques de Benalongo dans le territoire de Mweka, Province du Kasaï Central

Laurent IMASHAMA Bikoko[a], Richard RISASI Etutu Lipaso[b], Matthieu TULANTSHIEDI Kena Kudia[a], Moïse BIKOKO Bikoko[a], et Albert MUANYIMI Mikobi[a].

[a]Université Officielle de Mweka, Faculté des Sciences Agronomiques
[b]Professeur Ordinaire à l'Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences Agronomiques

Résumé

L'amélioration de la productivité des sols en zone forestière dans le territoire de Mweka, Province du Kasaï central peut être possible grâce aux intrants locaux présents dans le milieu. Cette étude est menée dans le but d'évaluer l'effet de biomasses des feuilles de *Tithonia diversifolia* dans la restauration de la fertilité du sol et sur le rendement du maïs. L'étude a été conduite pendant deux ans soit quatre campagnes à raison de deux campagnes par an (grande et petite saison) dans les conditions agro-écologiques du territoire de Mweka dans la Province du Kasaï central. Les résultats obtenus indiquent que les feuilles de *Tithonia diversifolia* peuvent être utilisées comme un bon fertilisant organique. Des différences très significatives ($p < 0,01$) ont été obtenues entre les différents traitements en ce qui concerne les rendements de maïs, variant de 681 à 4188 $kg.ha^{-1}$. Tous les paramètres étudiés (hauteur des plants, diamètre au collet, surface foliaire, le poids de mille grains), ont connu un accroissement positif pour tous les traitements par rapport au témoin. Les doses de 0,5 kg/m^2 et 0,6 kg/m^2 de *Tithonia diversifolia* étaient les meilleures et les plus performantes ; preuve des effets bénéfiques des feuilles de *Tithonia diversifolia* dans le sol. L'application de ces biomasses dans le sol deux semaines avant le semis du maïs joue ainsi un rôle important sur les propriétés physiques et chimiques du sol en entraînant l'augmentation du rendement du maïs grain de l'ordre de 4,188T/ha par rapport au témoin (sol non traité) : 0,681 T/ha à 4,188T/ha

Mots clés : Sol, fertilité, Tithonia diversifolia, maïs, rendement

Abstract

The improvement of soil productivity in forest areas in Mweka Territory, Central Kasai Province may be possible with local inputs present in the environment. This study was conducted to evaluate the effect of Tithonia diversifolia leaf biomass in restoring soil fertility and maize yield. The study was conducted over a period of two years, i.e., four seasons at a rate of two seasons per year (high and low season) in the agro-ecological conditions of the Mweka territory in the Central Kasai Province. The results obtained indicate that the leaves of Tithonia diversifolia can be used as a good organic fertilizer. Highly significant differences ($p < 0.01$) were obtained between the different treatments with respect to maize yields, ranging from 681 to 4188 $kg.ha^{-1}$. All the parameters studied (plant height, crown diameter, leaf area, thousand kernel weight), showed a positive increase for all treatments compared to the control. The doses of 0.5 kg/m^2 and 0.6 kg/m^2 of Tithonia diversifolia were the best and most successful; proof of the beneficial effects of Tithonia diversifolia leaves in the soil. The application of these biomasses in the soil two weeks before the sowing of maize thus plays an important role on the physical and chemical properties of the soil by leading to the increase of the yield of grain maize of the order of 4.188 T/ha compared to the control (untreated soil): 0.681 T/ha to 4,188T/ha.

Keywords : Soil, fertility, Tithonia diversifolia, corn, yield

Introduction

La fertilité du sol est une notion importante dans les domaines de l'agriculture et de l'agronomie désignant sa capacité à répondre aux besoins physiques, chimiques et biologiques nécessaires à la croissance des plantes pour leur productivité, leur reproduction et leur qualité. Elle est également en relation avec les conditions climatiques (ABBOTT et MURPHY, 1977).

L'amélioration de la fertilité du sol est une valeur fondamentale pour les agriculteurs mais, on a souvent trop peu tenu compte de la conservation des sols fertiles. Or, l'agriculture dépend fortement de la fertilité naturelle des sols. Les sols affaiblis et endommagés ne peuvent pas fournir les rendements qu'on attend d'eux. Le sol est un bien écologiquement vital qui renouvelle continuellement sa capacité de rendement. Si nous ne tenons pas assez compte de ses besoins ; il en souffre : il perd en vitalité, il devient plus

sensible aux conditions météorologiques et à l'érosion et fournit des récoltes moins abondantes (VALLERIE, 2009).

En Afrique sub-saharienne, la culture de maïs revêt une grande importance parce que sa consommation s'inscrit dans la lutte contre l'insécurité alimentaire. Cependant, sa production, rencontre quelques contraintes qui sont : l'état de la fertilité des sols en ce qui concerne les proportions des éléments nutritifs pouvant jouer un rôle important dans le développement de cette culture.

Au Cameroun comme dans la plupart des pays au sud du Sahara, l'augmentation de la pression démographique a entraîné une intensification des pratiques agricoles et une extension des surfaces cultivées qui s'est traduite par une réduction du temps de la jachère (KAHO F. *et al*., 2004). Cette situation non seulement prédispose le sol à l'érosion, mais entraîne aussi un épuisement rapide de ses éléments nutritifs en l'occurrence l'azote et le phosphore (YEMEFACK M. *et al*., 2006). Et les conséquences sur le plan agricole se traduisent par de faibles rendements pour les principales cultures vivrières. Par exemple, la réduction de la durée de jachère de six à moins de deux ans dans la zone de savane humide du Nigeria et du Bénin a eu pour conséquence des baisses de rendement du manioc de 11T/ha à moins de 2T/ha (SANGINGA N.B. *et al*., 1990).

En général, pendant la période de repos, la terre est mise à profit pour d'autres utilisations du milieu : pâturage de troupeaux pour les animaux domestiques, prélèvement de bois à usages divers (FOURNIER *et al*., 2001). Ce système, qui peut paraître archaïque, était en fait extrêmement bien adapté aux conditions de faible densité de population (TODAN *et al.*, 2017).

Actuellement, l'augmentation de la population, la tendance à la sédentarisation et la sécheresse ont conduit à une forte augmentation des surfaces cultivées et à une diminution moyenne des temps de jachère (SAIDOU *et al*., 2009 ; MUKENDI et NGOIE, 2015).

Dès lors, une pensée est orientée au palliatif de la fertilisation minérale. La fertilisation minérale conventionnelle cependant, est incompatible dans le contexte économique des paysans africains du fait du coût élevé des engrais minéraux (KAHO *et al*., 2004). De plus, les travaux récents ont montré que la productivité des sols sous les tropiques baisse même avec l'utilisation continue des engrais chimiques seuls (AHUYA, 2003). Aussi, souvent, les engrais organiques seuls sont insuffisants pour compenser le faible niveau des éléments nutritifs dans les sols tropicaux (MUCHERU-MUNA *et al.*, 2007 ; UYO YBESERE et ELEMO, 2000).

Les engrais organiques de par leurs effets bénéfiques sur les propriétés physico–chimiques et biologiques du sol, et donc sur la croissance des plantes, permettraient de rendre plus efficace l'utilisation des doses modestes d'engrais minéraux (JAMA *et al.*, 2000).

Cependant, le succès de cette stratégie dépendra de la composition chimique de la matière organique utilisée et de la quantité d'éléments nutritifs contenue dans cette dernière (RISASI *et al.*, 1998 ; SEGDA *et al.*, 2013). Dès lors, la nécessité d'évaluer d'autres espèces en vue de diversifier les options disponibles, s'impose.

Or, avec les perspectives d'augmentation de la population humaine qui devrait doubler en 25 ans et quadrupler en 2050 (VIMARD et FASSASS, 2013), le déboisement pour l'agriculture est susceptible d'avoir un impact significatif à long terme sur les forêts en Afrique centrale en général et en RDC en particulier. Le territoire de Mweka n'échappe pas à la règle. En effet, on y remarque ceci : les conflits fonciers et champêtres y compris la diminution de rendement des cultures. Il paraît nécessaire que la productivité des terres soit améliorée.

C'est dans cette perspective que, la gestion intégrée de la fertilité du sol peut constituer une aide précieuse. Celle-ci appelle plusieurs méthodes déjà mises au point telles que, la combinaison des engrais inorganiques à la fumure organique, l'introduction d'arbres fixateurs d'azote atmosphérique dans le système des cultures en couloirs en agroforesterie (INGRAM, 1990).

Il est bien établi que l'application des engrais chimiques permet la mise rapide à la disposition des cultures des éléments nutritifs, ce qui amène à des rendements élevés. Cependant, l'utilisation des engrais chimiques seuls dans plusieurs parties de la RDC est confrontée à plusieurs contraintes parmi lesquelles, les contraintes d'ordre économique (BADO *et al.*, 2007).

La recherche sur les espèces forestières ayant un potentiel pour améliorer la fertilité des sols, s'est beaucoup

focalisée sur les légumineuses fixatrices d'azote et, très peu d'attention a été accordée aux espèces non fixatrices d'azote. Il y a alors intérêt d'évaluer d'autres espèces en vue de diversifier les options disponibles et de réduire la dépendance des agriculteurs vis-à-vis de quelques espèces. En outre, dans les régions tropicales humides, le problème de fertilité du sol se pose avec acuité suite à la minéralisation très rapide des matières organiques due aux températures et pluviométrie très élevées et aux intenses activités de microorganismes du sol provoquant ainsi la non mise des éléments minéraux à la disposition des cultures.

Ainsi, les sols tropicaux sont pauvres en matières organiques alors que ces dernières sont très bénéfiques en agissant positivement sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (ANONYME, 2002 ; DUCHAUFOUR, 1997). Ces sols présentent en outre, des carences en azote et en phosphore, le territoire de Mweka n'en est pas épargné. Cette situation attire à l'heure actuelle l'attention de tous les agriculteurs.

Les campagnes du territoire de Mweka présentent aujourd'hui une image de désolation. Les cultures de maïs, de haricot, de bananier, du manioc…, hier verdoyantes, sont devenues chétives et d'un jaune pâle qui agace. Au cœur de la question, une fertilité qui, chaque année, baisse de manière dramatique au point que certains paysans n'hésitent pas à attribuer la cause au voisin malveillant qui a jeté un mauvais sort à leur champ, exaspérant ainsi les nombreux conflits qui divisent les paysans de notre milieu d'étude (BUKUMBA, 1996).

Dans le contexte actuel du paysan de notre milieu d'étude cependant, les engrais chimiques ne sont pas à conseiller suite à leur non disponibilité, leur coût trop élevé ; leur utilisation entraînant par ailleurs l'acidification des sols (BUKUMBA, *op. cit.*); le recours à la matière organique devient une évidence et cela d'autant plus que le coût de cette dernière est négligeable. KAHO *et al.* (2011), ont travaillé sur l'effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre de Cameroun et ont signalé qu'en dehors des espèces fixatrices d'azote couramment utilisées en agroforesterie, d'autres espèces (non fixatrices d'azote) parmi lesquelles *Tithonia diversifolia,* peuvent améliorer la fertilité du sol et augmenter de façon significative les rendements de cultures d'une campagne à l'autre.

Dans les conditions de cet essai, ils ont trouvé que le *Tithonia diversifolia* présente un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs du sol et peut fournir les quantités des nutriments nécessaires à la culture du maïs sans apport d'engrais inorganiques ; ce qui est capital pour les petits agriculteurs de la zone d'étude.

C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude intitulée : « Effet de *Tithonia diversifolia* sur le rendement de maïs (*Zea mays*) dans les conditions agro-écologiques de Benalongo dans le territoire de Mweka, Province du Kasaï ». Notre préoccupation majeure se focalise autour de l'unique question suivante : Pourquoi la diminution des rendements de maïs dans la contrée de benalongo dans le territoire de Mweka ?

Raison pour laquelle, nous voulons, à travers ce travail, étudier l'effet des doses croissantes de *Tithonia diversifolia* seul, afin de déterminer celle qui est meilleure pour augmenter le rendement du maïs grain dans les conditions agro – écologiques de Benalongo dans le territoire de Mweka. Les pays développés ont souvent compté surtout sur l'utilisation des engrais chimiques afin de tendre vers l'auto-suffisante alimentaire.

La République Démocratique du Congo, notre pays, où l'agriculture constitue le secteur qui n'emploie au moins que 70% de la population (INS, 2014), mais les disponibilités alimentaires se caractérisent par une pénurie pour bon nombre de sa population. Il y a donc urgence de développer et de promouvoir des technologies appropriées, alternatives qui vont favoriser l'enrichissement du sol. D'où, les doses croissantes de feuilles de *Tithonia diversifolia* pourraient augmenter les paramètres de croissance : la hauteur des plants, le diamètre au collet, la surface foliaire, le poids de mille grains de maïs et le rendement du maïs. L'objectif étant de restaurer au sol sa fertilité à l'aide des substances organiques, notamment les feuilles de *Tithonia diversifolia* incorporées au sol afin d'augmenter le rendement du maïs.

Matériel et méthodes

Milieu expérimental

Ce travail a été effectué dans le territoire de Mweka, lequel présente un cadre naturel très enviable. A l'aide des cartes aériennes, il est situé à 4° 52' latitude Sud, 21° 53' longitude Est et à 576 m d'altitude (BUKUMBA, 1996). Il est limité au nord par les territoires de Dekese et de Kole, au sud par les territoires de Luebo et de Demba, à l'ouest par celui d'Ilebo et à l'Est par les territoires de Dimbelenge et de Bemba (Figure 1).

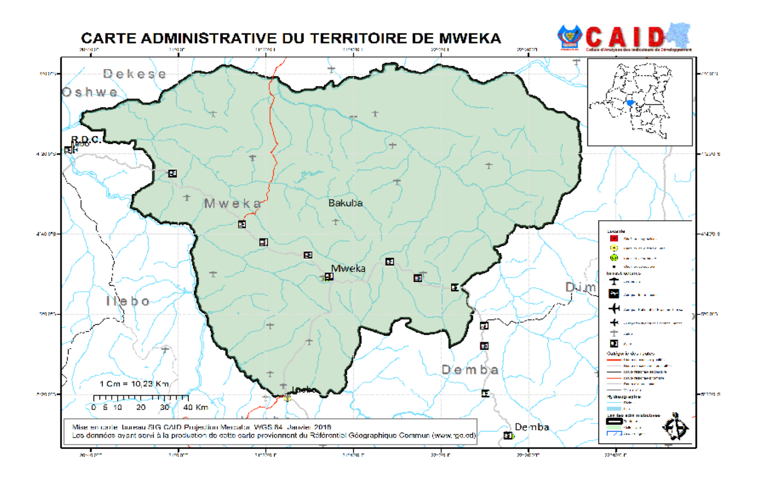


Figure 1. Présentation du territoire de Mweka

Source : SAINT-MOULIN et KALOMBO (2005).

Sur le plan physique, le territoire de Mweka bénéficie d'un climat tropical humide de type Aw_3 (selon la classification de Köppen) du fait de l'alternance de deux saisons sèches (de mai à août) et pluvieuses (d'août à mai). Toutes les moyennes thermiques demeurent supérieures à 18°C. Le total annuel des précipitations mensuelles oscille entre 1500 et 2000mm. Ce facteur climatique est déterminant pour le développement des activités agricoles dans ce territoire. Il est favorable aux cultures en milieu intertropical (BUKUMBA, 1996).

Les sols de ce territoire sont sablo-argileux selon le test de bâtonnet de LOZET *et al.* (1997), riches en matières organiques. Ils sont susceptibles à un lessivage très prononcé après abattage de la forêt et sous l'effet de l'hydrolyse. Leur texture grossière les dote d'une forte macroporosité. Cette caractéristique entraîne une perméabilité élevée et une faible capacité au champ selon la classification de KAOURITCHEV (1983). Le pH des sols de Mweka est de 5,2. Ces sols sont donc faiblement acides (BAIZE et JABIOL, 1995).

Matériel utilisé

Le matériel biotique utilisé dans ce travail était les feuilles de *Tithonia diversifolia* comme fertilisant et le maïs (Variété MUSANGANA 1) comme culture qui nous a permis de décider sur le traitement à conseiller ou à déconseiller. Le tableau 1 ci-dessous donne la composition chimique de *Tithonia diversifolia.*

Tableau 1. Composition chimique de *Tithonia diversifolia*

Espèces	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Tithonia diversifolia	3,5	0,42	4,7	3,5	0,45

Source : VALLERIE (2009).

Méthodes

Le dispositif expérimental était un bloc complet randomisé comportant quatre blocs de sept parcelles chacun, séparés par une allée d'un mètre, soit un total de 28 parcelles de 2 x 2m chacune. Tous les sept traitements étaient présents dans chaque bloc, c'est-à-dire : T_0, T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 et T_6. Toutes les parcelles ont été traitées le même jour afin de minimiser ou de réduire l'erreur expérimentale.

L'expérimentation a été basée sur les doses croissantes de *Tithonia diversifolia* de la manière suivante : T_0 : non traité (témoin) ; T_1 : 0,1kg/m^2 soit 1T/ha *;* T_2 : 0,2kg/m^2 soit 2T/ha *;* T_3 : 0,3kg/m^2 soit 3T/ha *;* T_4 : 0,4kg/m^2 soit 4T/ha *;* T_5 : 0,5kg/m^2 soit 5T/ha et T_6 : 0,6kg/m^2 soit 6T/ha.

Deux semaines après l'incorporation des feuilles de *Tithonia diversifolia* dans le sol de toutes les parcelles et à des différentes doses, le semis a suivi en date du 14 février 2017 aux écartements de 0.80x0.50m à raison de 10 plants par plate-bande de 4 m^2. Après la levée, un plant a été gardé par poquet.

Analyses statistiques

Les calculs de la moyenne ont servi de base à la détection de la différence significative entre les traitements. La normalité de distribution a été appréciée à l'aide du test de SHAPIRO-WILK. Le test de KRUSKAL-WALLIS a été employé pour tester l'hypothèse d'influence de différentes quantités de *Tithonia diversifolia* sur les différentes variables étudiées. Lorsque les différences étaient significatives, nous avons utilisé le test non paramétrique de WILCOXON pour la

comparaison multiple des moyennes. Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R.3.5.3.

Résultats

Les résultats moyens de la hauteur des plants, de diamètre au collet et de la surface foliaire sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Hauteur des plants, diamètre au collet et surface foliaire

Traitements	Hauteur des plants (cm)	Diamètre au collet (mm)	Surface foliaire (cm²)
T_0	167,4	22,2	210,1
T_1	169,7	24,5	218,2
T_2	170,4	25,8	277,8
T_3	176,5	27,6	245,2
T_4	184,4	31,6	275,1
T_5	193,5	31,6	310,9
T_6	195,1	30,8	315,3

Hauteur des plants

A la lumière des résultats présentés ci-haut, nous avons trouvé que la moyenne varie entre 167,4 cm (T_0) et 195,1 cm pour (T_6). Ceci montre très clairement que, plus les doses des feuilles de *Tithonia diversifolia* augmentent, plus la hauteur des plants de maïs augmente aussi. Le test de KRUSKAL-WALLIS révèle des différences hautement significatives des hauteurs moyennes obtenues sous différentes doses de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* ($p < 0,001$). Le test de WILCOXON appliqué pour comparer deux à deux les hauteurs des plants de maïs observées entre les traitements indique que, T_0 diffère significativement des autres traitements ; les hauteurs des plants sous T_1 diffèrent également de manière significative des plants de tous les autres traitements. Cette observation est aussi faite pour T_2, T_3 et T_4 qui diffèrent eux aussi significativement des hauteurs des plants des autres traitements.

Diamètre au collet

Les valeurs du diamètre au collet à 45 jours après semis varient de 22,2 cm(T_0) à 31,6 cm (T_4 et T_5). Il ressort de l'examen de ces données que le diamètre au collet a généralement augmenté avec des valeurs élevées de la fumure organique. Il est donc évident que les valeurs moyennes du diamètre au collet varient en fonction de traitement appliqué. D'une façon globale, on note une plus faible valeur en diamètre au collet chez le traitement témoin. Le test de KRUSKAL-WALLIS a indiqué des différences hautement significatives des valeurs moyennes du diamètre au collet entre les six traitements ($p < 0,001$). Le test de WILCOXON qui compare les moyennes deux à deux révèle que T_0 est significativement différent de tous les traitements appliqués, il en est de même pour T_1, T_2 et T_3.

Surface foliaire

Les valeurs de la surface foliaire varient entre 210,1 cm² (T_0) et 315,3 cm² (T_6). Le test de KRUSKAL-WALLIS révèle des différences hautement significatives des surfaces foliaires moyennes obtenues sous différentes doses de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* ($p < 0,001$). Le test de WILCOXON indique que les moyennes de surface foliaire des plants de maïs sous T_5 et T_6 ($W = 416$ et $p = 0,199$) sont similaires et diffèrent significativement de tous les autres traitements ($p < 0,001$).

Tableau 3. Poids de mille grains et rendement

Traitements	Poids de mille grains (g)	Rendement (kg/ha)
T_0	221,9	681
T_1	231,3	738
T_2	245,3	1019
T_3	258,4	2006
T_4	268,7	2681
T_5	283,7	4175
T_6	278,4	4188

Poids de mille grains

Les valeurs du poids de mille grains varient de 221,9g (T_0) à 283,7g (T_5). La dose de 5T/ha parait la meilleure dose pour un poids satisfaisant de mille grains de maïs, comparativement à celui qui est consigné dans la fiche signalétique de la variété (280- 350 grammes). Le test de KRUSKAL-WALLIS révèle des différences hautement significatives des poids moyens obtenus sous différentes doses de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* ($p < 0,001$).

Rendement extrapolé en kg/ha

Les valeurs des rendements à des différentes doses de la fumure organique varient de 681 kg/ha (T_0) à 4188 kg/ha (T_6). La courbe de rendement montre que le rendement est directement proportionnel à la quantité de biomasse de *Tithonia diversifolia* dans le sol.

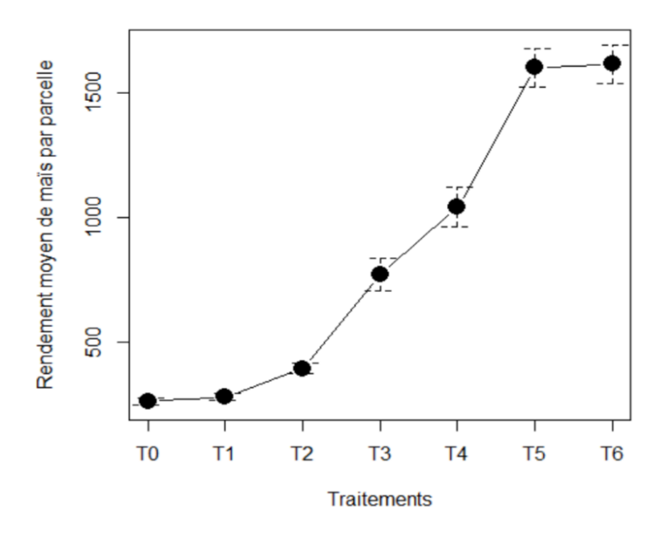


Figure 2. Courbe des rendements en fonction des doses croissantes des feuilles de Tithonia diversifolia

Le test de WILCOXON indique que, seuls les rendements obtenus avec T_5 et T_6 sont similaires (W = 446 et p = 0,38), mais, ils sont significativement différents des rendements d'autres traitements (T_0, T_1, T_2, T_4 et T_3). Les doses d'application de 5 T/ha et 6 T/ha de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* se révèlent donc meilleures pour la production de maïs dans les conditions des sols de Mweka. La figure 2 indique l'allure normale d'une expérience avec des doses croissantes et confirme la courbe de croissance et la loi des accroissements moins que proportionnels, aussi appelée la loi de MITCHERLICH (HALVIN *et al.*, 2014).

Discussion

1. Hauteur des plants

La hauteur étant un paramètre végétatif important pour la culture du maïs, les plants chétifs ne reçoivent pas totalement de l'ensoleillement, leur photosynthèse est affectée et, par conséquent on note la diminution du rendement du fait qu'ils ne vont plus bien synthétiser des molécules organiques. Les résultats de notre expérience sur la hauteur des plants en fonction des doses croissantes de biomasse de *Tithonia diversifolia* ont montré que la fumure organique a influencé positivement l'accroissement en hauteur et, les traitements T_4, T_5 et T_6 se sont très bien distingués en hauteur de plants du maïs variété MUSANGANA jusqu'à atteindre les performances de la variété décrites par le SENASEM (2008). Les doses d'application de 5 T/ha et 6 T/ha de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* se révèlent donc meilleures pour un rendement de maïs dans les conditions agro-écologiques de Mweka.

2. Diamètre au collet

Les résultats relatifs à l'augmentation du diamètre au collet des plants de maïs à 45 jours après semis montrent clairement l'effet bénéfique de la fumure organique utilisée. D'une façon globale, on note une très faible valeur en diamètre au collet pour le témoin. Il va sans dire que la dose optimale pour un diamètre au collet optimal des plants de maïs dans les conditions de notre milieu est de θ 4T/ha de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia*.

3. Surface foliaire

Une plante est formée d'un ensemble d'organes dont la croissance dépend des conditions du milieu dans lequel elle se développe, notamment de l'énergie lumineuse interceptée de l'eau et des éléments nutritifs disponibles puisés dans le sol, essentiellement l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). C'est dans les chloroplastes des feuilles que la plante transforme le gaz carbonique (CO_2) de l'atmosphère en sucres. Cette transformation permet l'augmentation de la biomasse et la croissance en matière sèche du végétal. D'où, il y a de l'intérêt pour que la surface foliaire d'une plante donnée puisse être considérée. Le test de KRUSKAL-WALLIS révèle des différences hautement significatives des surfaces foliaires obtenues sous différentes doses de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* (p < 0,001). C'est ainsi qu'en se référant aux résultats trouvés et, en comparant deux à deux les moyennes des surfaces foliaires observées sous divers traitements avec le test de WILCOXON, nous avons trouvé que les doses de 5 et de 6T/ha de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* se sont révélées meilleures pour une bonne croissance en surface foliaire. Ainsi, ces deux traitements n'étant pas significativement différents, celui de 5T/ha est alors plus économique. Plus la surface foliaire est importante, plus la matière produite par celle-ci est considérable comme l'avait aussi constaté BONHOMME *et al.* (1982).

4. Poids de mille grains

Le poids de mille grains est un paramètre de production indispensable dont l'importance ou encore l'augmentation influe positivement sur l'augmentation du rendement. En se référant des résultats trouvés, ces derniers montrent que le poids moyen de mille grains est fonction de l'augmentation de la dose de traitement. Les résultats montrent que le poids de mille grains pour l'ensemble varie entre 221,9 et 283,7g. Or, dans la gamme des valeurs normales rapportées par ANZALA (2006), la moyenne varie autour de 300g pour 1000 grains. Pour notre étude, ce sont les deux traitements T_5 et T_6 qui ont réalisé un poids de mille grains presque voisin de 300g.

5. Rendement extrapolé en kg/ha

Les résultats sur le rendement extrapolé du maïs trouvés, révèlent que les matières fertilisantes utilisées ont un potentiel fertilisant satisfaisant. Notre expérience a montré que les doses les plus élevées ont augmenté significativement le rendement du maïs par rapport au témoin. Les doses d'application de 5 T/ha et 6 T/ha de biomasse des feuilles de *Tithonia diversifolia* se révèlent donc meilleures pour un rendement de maïs dans les sols ferrallitiques du territoire de Mweka dans la Province du Kasaï. Cela semble montrer que la synchronisation de la libération des éléments nutritifs par les feuilles de *Tithonia diversifolia* pendant leur décomposition et leur assimilation par la plante était bonne. Ces résultats corroborent ceux trouvés par COBO *et al*. (2002) qui avaient montré que le taux de décomposition de la matière organique appliquuée était étroitement lié à l'augmentation des rendements. Des résultats presque similaires obtenus au Kenya par MUCHERU - MUNA *et al.* (2007), ont montré que les parcelles ayant reçu la biomasse de *Tithonia diversifolia* (avec ou sans engrais chimiques), ont donné des rendements de maïs les plus élevés (5,5 et 5,4 T/ha respectivement).

De même, JAMA *et al.* (2000) ont rapporté que les rendements en grain de maïs étaient supérieurs sur les parcelles de *Tithonia diversifolia* seul comparés aux parcelles ayant reçu seulement les engrais chimiques. Il est aussi établi dans la littérature que les sols déficients en azote sont susceptibles de répondre mieux à l'application des engrais organiques. THORSM *et al*. (2002) avaient aussi trouvé qu'au Kenya, la dose de 5 T/ha de *Tithonia diversifolia* avait triplé le rendement de maïs la saison suivante après son incorporation au sol. Les parcelles ayant reçu plus de doses (5T/ha et 6T/ha) des apports organiques, ont présenté une forte vigueur de la croissance en hauteur, en diamètre au collet, en poids de mille grains en surface foliaire et enfin en rendement maïs grains ; comparativement à la moyenne des parcelles témoins n'ayant pas reçu un traitement du sol et, qui étaient colonisées par *Imperata cylindrica*, *Panicum maximum* et *Andropogon citratus* comme précédents culturaux.

L'impact positif de la fumure organique avait été aussi rapporté par MUYAYABANTU *et al*. (2012) que, l'application de biomasse de *Tithonia diversifolia*, d'E. a*byssinica* seule ou en combinaison avec un engrais inorganique avaient augmenté de 1259 kg et 2942 kg respectivement la production du maïs à Kabinda et à Gandajika. KAHO *et al*. (2011), avaient à leur tour trouvé que la dose de traitement de 5T/ha des biomasses de *Tithonia diversifolia* avait donné un rendement de 6,4T/ha au Cameroun au même titre que la dose de 2,5T/ha de *Tithonia diversifolia* combinée à 75 kg de NPK (20-10-10) et à 75 kg d'urée.

En ce qui nous concerne, nous avons trouvé qu'avec les doses croissantes de *Tithonia diversifolia* de 1 à 6T/ha ; celles de 5 et de 6T/ha ont donné les bonnes performances sur tous les paramètres étudiés et, en conséquence un bon rendement soit : 4,175 T/ha pour le traitement T_5 et 4,188T/ha pour celui de T_6. Les deux doses n'étant pas significativement différentes, celle de 5T/ha des feuilles de *Tithonia diversifolia* est meilleure pour l'accroissement de tous les paramètres de croissance observés et, par conséquent le rendement du maïs grain. Aussi la dose de 5 T/ha est celle que nous recommandons.

Ainsi, les engrais organiques, malgré leur faible teneur en nutriments et le fait d'être volumineux, peuvent être utilisés seuls pour accroitre significativement les rendements agricoles. Ce qui constitue une solution locale palliative pour les agriculteurs des milieux ruraux en général et ceux du territoire de Mweka en particulier suite à l'indisponibilité des engrais chimiques dans le milieu

Conclusion

Dans les conditions d'une forte pression d'exploitation permanente du sol, les exportations en

bioéléments sont considérables, ce qui induit la perte de fertilité des sols. D'où le sol s'appauvrit davantage si les mesures de corrections ne sont pas mises en œuvre. Ainsi, ce genre de sol demande qu'un plan de restitution soit appliqué pour maintenir et satisfaire le besoin potentiel des cultures afin que le rendement de ces dernières augmente. A l'issue de nos investigations, nous avons obtenu que l'incorporation des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* au sol à des doses croissantes a fait que, tous les paramètres étudiés ont connu un accroissement positif par rapport au témoin.

Les agriculteurs peuvent ainsi incorporer au sol la dose de 5T/ha des feuilles de *Tithonia diversifolia* deux semaines avant le semis du maïs pour l'augmentation du rendement en maïs grain. Cette technique est moins coûteuse malgré le volume important de la matière organique mais, exige un peu de courage et la volonté pour l'obtention d'un bon rendement du maïs, d'autant plus que les engrais minéraux sont rares dans notre milieu d'étude.

Mais, avec l'éventuelle amélioration des conditions socio-économiques et, si les engrais chimiques deviennent accessibles à tout le monde, la complémentarité serait l'ingrédient le plus indispensable pour mettre les deux options en cas de nécessité ; il n'y a pas de solution miracle en agriculture ; il y a, par contre, un arsenal de moyens que les chercheurs peuvent mettre à la disposition des producteurs, mais l'application d'un seul de ces moyens ou l'excès dans son application peut engendrer des déséquilibres et conduire à la dégradation du sol.

Références bibliographiques

ABBOT et MURPHY. (1997). « Impact of microorganims on chemical transformations in soil ». *Soil Biological Fertility* 27 : 17- 35.

AHUYA, L.R. (2003). « Quantifying agricultural management effects on soil properties and processes » *Geoderma*, 116 : 1-2.

ANONYME (2002). « Techniques rurales en Afrique » *Memento de l'Agronome*, 3è édition collecte, Ministère français de la Coopération, Paris, pp. 324-715.

ANZALA, F. (2006). Contrôle de la vitesse de la germination chez le maïs (Zea mays) : Etude de la voie de la biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. Thèse de doctorat, école doctorale d'Angers, 186p.

BADO, B.V., BATIONO, A., LOMPO, F., CESCAS, M.P. and SEDOGO. (2007). « Mineral fertilizers, organic amendements and crop rotation managements for soil fertility maintenance in the Guinean zone of Burkina faso (West Africa) » *Saharan Africa* : 171-177.

BAIZE, D. et JABIOL, B. (1995). *Guide pour la description des sols.* Collection Techniques et pratiques. Editions INRA, Paris. 357p.

BONHOMME, R., RUGET, F., DERIEUX, M., VINCOURT, P. (1982). « Relations entre production de matière sèche et énergie interceptée chez différents génotypes de maïs ». *C R Acad Sc.* Paris, sér III 294: 393-398.

BUKUMBA (1996). « Evaluation d'un projet de développement en milieu rural zaïrois, cas du Centre de Développement Rural Intégré de Mweka (CE.DE.R.I.M) ». *Annales de l'I.S.P./Kananga*, VI, p.1 - *7*.

COBO, J.C., BARRIOS, E., KAAS, D. CL. et THOMAS, R.J. (2002). « Nitrogen mineralization and crop uptake from surface-applied leaves of green manure species on a tropical volcanic-ash soil ». *Biology and fertility of soils* 36 : 87 – 92.

DUCHAUFOUR, P. (1997). *Pédologie* 1 – *Pédologie et classification*. Masson. Paris, 477 p.

FOURNIER, A., FLORET, C. et GNAHOUA, G.M. (2001). Végétation des jachères et succession postculturale en Afrique Tropicale 2: De la jachère Naturelle à la jachère Améliorée: Le point des connaissances , Eurotext, Paris 123-168.

HALVIN, J.L., TISDALE, S.L., NELSON, W.L. et BEATON, J.D. (2014). Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 8 th Edition.New. Jerse. 516p.

INGRAM, J. (1990). The role of tress in maintaining and improving soil productivity: a review of the literature. *Technical paper* n° 279. Commonweath, Science Council, 39p.

INS (2014). Annuaire statistique 2014, RD Congo. Ministère du plan et révolution de la modernité. Institut National de Statistique. 560p.

JAMA, B., PALM, C.A., BURESH, R.J., NIANG, A.I., GACHENGO, C. et NZIGUHEBA, G. (2000). « Tithonia as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya : a review ». *Agroforestry Systems,* 49 : 201-221.

KAHO, F., YEMEFACK, M., NGUIMGO, B.A.K. et ZONKENG, C.G. (2004). « The effect of short rotation *Desmodium distortum* planted fallow on the productivity of ultisols in centre Cameroun ». *Tropiculture* 22(1) : 49-55.

KAHO, F., YEMEFACK, M., FEUJIO-TEGUEFOUET, P. et TCHANTCHAOUANG, J.C. (2011). « Effet combiné des feuilles de Tithonia diversifolia et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun » *Tropicultura* 29(1) : 39 – 45.

KAOURITCHEV, I. (1983). *Manuel pratique de pédologie*, édition MIR, Moscou, p.102.

LOZET, J., MATHIEU, C. et JAMAGNE, M. (1997). *Dictionnaire de Sciences du sol*. 3ème édition. Lavoisier. Paris, 488 p.

MUKENDI, T. et NGOIE, K.J. (2015). « Effets des engrais biologiques sur la production légumière d'amarante (*Amatanthus hybridus*) », *Cahiers du cresa:* 179-193.

MUCHERU-MUNAM., MUGENDI, D., KUNG'J., MUGWE, J., et BATIONO, A. (2007). « Effects of organic manure and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Menu South District, Kenya », *Agroforestry Systems* 69 : 189-197.

MUYAYABANTU, G.M., KADIATA, B.D. et NKONGOLO, K.K. (2012). : « Application des biomasses de Tithonia diversifolia et d'Entanda abyssinica en combinaison organo-minérale sur la culture du maïs » *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 3(2) : 42-48.

RISASI, E.L., KANG, B.T. et OPUWARIBO, E.E. (1998). « Assessment of nitrogen availability of roots of selected woody species ». *Journal Agriculture and Horticulture* 16 : 87 – 96.

SAINT-MOULIN et KALOMBO. (2005). « Villes et organisation de l'espace en RDC ». *Afrique Contemporaine*, n° 237 : 143 – 144.

SAIDOU, A., KOSSOU, D., AZONTONDE, A. et HOUGNI, J.M. (2009). « Effet de la nuture de la jachère sur la colonisation de la culture subséquente par les champignons endomycorhiziens : cas du système '' jachère'' manioc sur sols ferrugineux tropicaux du Bénin ». *Int. J. Chem. Sci* 3(3) : 587-597.

SANGINGA, N.B., IBEWIRA, P., HOUNGNANDAN, B., VANLAUWE, J.A., OKOGUN, I.O. et AKOBUNDU. (1990). « Evaluation of symbiotic properties and nitrogen contribution of *mucuna* growth in the derived savanna of west Africa », *Plant and soil* 8: 65-73.

SEGDA, Z., YAMEOGO, L.P., GNANKAMBARY, Z. et PAPAOBA, S.M. (2013). « Effets induits du type de fumure sur les paramètres chimiques du sol et sur le rendement paddy dans la plaine rizicole de Bagré au Burkina Faso », *Journal de la société Ouest-africaine de chimie* 036 : 35 – 46.

SENASEM. (2008). *Catalogue variétale des cultures vivrières, maïs, riz, haricot, arachide, soja, niébé, manioc, patate douce, pomme de terre, banana*. Ed. CTB-M, Kinshasa 148p.

THORSM SMESTAD, B., TIESSEN, H. et BURESH, K.J. (2002). « Short fallow of Tithonia diversifolia and Crotalaria grahamiana for soil fertility improvement in Western Kenya ». *Agroforestry Systems*, 55 : 181 – 194.

TODAN, A., TENTE, B. et YABI, I. (2017). « Pression agro foncière et mutations agraires sur le plateau Adja au Sud-Ouest du Bénin ». *European Scientific Journal* 13(8) : 177-199.

UYO YBESERE, E.O. et ELEMO, K.A. (2000). « Effect of inorganic fertilizer and foliage of Azadirachta and Parkia species on the productivity of early maize, Nigeria ». *Journal of soil Resarch* 1 : 17 – 22.

VALLERIE, M. (2009). *Fertilité et fertilisation des sols tropicaux*, Cameroun.

VIMARD, P. et FASSASSI, R. (2013). Changements démographiques et développement durable en Afrique. *Harmattan*, Paris. 120p + Annexes.

YEMEFACK, M., JETTEN, V.G. et RASSITEN, D.G. (2006). Developing a minimum data set for characterizing soil dynamics under shifting cultivation systems, soil, tillage. *Research, volume* 86, 29-36.